

## **STUDI ANALISIS BETON MUTU TINGGI SCC (*SELF COMPACTING CONCRETE*) MENGGUNAKAN CAMPURAN LIMBAH MARMER DAN *SUPERPLASTICIZER***

Muhammad Haidar Irfansyah, Anis Rakhmawati, Yudhi Arnandha  
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Jl. Kapten Suparman 39 Potrobangsari, Magelang Utara, Kota Magelang, Jawa Tengah, 56116  
E-mail: [haidar.irfanyah@gmail.com](mailto:haidar.irfanyah@gmail.com), [anisrakhmawati@untidar.ac.id](mailto:anisrakhmawati@untidar.ac.id), [yudhiarnandha@untidar.ac.id](mailto:yudhiarnandha@untidar.ac.id)

### **Intisari**

Beton mutu tinggi adalah beton yang memiliki kuat tekan lebih besar dibandingkan beton normal biasa. *Self Compacting Concrete* (SCC) adalah beton baru yang dapat mengisi ruang secara padat tanpa menggunakan *vibrator*. Salah satu cara untuk membuat beton SCC adalah penambahan *superplasticizer*. Penggunaan campuran limbah marmer sebagai pengganti sebagian agregat halus dapat memperkuat nilai kuat tekan beton. Sehingga pada penelitian ini digunakan *superplasticizer* dan limbah marmer dalam pembuatan beton SCC untuk mendapatkan beton mutu tinggi.

Metode penelitian pembuatan beton sesuai SNI 03-2834-2000. Variabel pada penelitian ini yaitu terletak pada kadar campuran limbah marmer sebesar 0%, 20%, 30%, dan 40%. Benda uji direndam selama 28 hari kemudian dilakukan uji kuat tekan menggunakan *Compression Testing Machine* (CTM).

Hasil penelitian kuat tekan rata-rata beton normal sebesar 36,542 MPa, beton normal dengan campuran limbah marmer dan *superplasticizer* sebesar 36,898 MPa, beton campuran limbah marmer 20% sebesar 40,692 MPa, beton campuran limbah marmer 30% sebesar 41,270 MPa, dan beton campuran limbah marmer 40% sebesar 41,948 MPa. Disimpulkan bahwa penambahan campuran limbah marmer dan *superplasticizer* pada beton SCC berpengaruh terhadap kenaikan laju kuat tekan beton seiring bertambahnya persentase limbah marmer.

**Kata kunci :** beton mutu tinggi, kuat tekan, limbah marmer

### **Abstract**

*High-strength concrete is concrete that has a higher compressive strength than normal concrete. Self Compacting Concrete (SCC) is a new concrete that can fill spaces densely without using a vibrator. One way to make SCC concrete is the addition of a superplasticizer. The use of a mixture of marble waste as a partial substitute for fine aggregate can strengthen the compressive strength of concrete. So in this study, superplasticizer and marble waste were used in the manufacture of SCC concrete to obtain high-strength concrete.*

*The research method for making concrete is in accordance with SNI 03-2834-2000. Variable pThere is this research that lies in the levels of marble waste mixture of 0%, 20%, 30%, and 40%. The specimens were immersed for 28 days and then tested for compressive strength using a Compression Testing Machine (CTM).*

*The results of the research on the average compressive strength of normal concrete are 36.542 MPa, normal concrete with a mixture of marble waste and superplasticizer of 36,898 MPa, 20% marble mixed waste concrete 40,692 MPa, 30% marble waste mixed concrete 41,270 MPa, and 40% marble mixed waste concrete 41,948 MPa. It is concluded that the addition of a mixture of marble waste and superplasticizer in SCC concrete affects the increase in the rate of compressive strength of concrete as the percentage of marble waste increases*

**Key words:** compressive strength, high strength concrete, marble waste

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Beton kualitas tinggi adalah beton yang kuat tekannya lebih tinggi daripada beton normal biasa. Beton yang mempunyai kuat tekan 40-80 Mpa. (Paramita, dkk, 2016). Praktek di lapangan menunjukkan bahwa seiring meningkatnya jumlah tulangan membuat campuran beton standar semakin sulit untuk melewati sela-sela tulangan sehingga beton tidak dapat mengalami pemadatan yang sempurna. Oleh karena itu, kemudahan dalam mengerjakan (*workability*) beton standar harus ditingkatkan. *Workability* dapat ditingkatkan dengan memberi campuran *superplasticizer* dan campuran limbah marmer. *Superplasticizer* ialah tipe *admixture* yang dipakai guna mengencerkan kombinasi beton tanpa wajib meningkatkan air (Sirapanji dkk, 2016).

Riset memakai beton SCC sendiri dicoba guna mengadakan *study* literatur untuk memperoleh hipotesis serta uraian yang lebih baik. Di Indonesia sendiri masih mempraktikkan bangunan memakai konstruksi beton bertulang berbeda dengan sebagian negara lain yang telah banyak memakai konstruksi baja dalam mendirikan bangunan.

Adanya banyak penelitian mengenai beton SCC ini dapat membantu para kontraktor khususnya dibidang teknik sipil untuk mengaplikasikan beton ini dalam konstruksi beton bertulang dengan mudah tanpa harus menggunakan *vibrator* untuk alat pemadatan seperti beton konvensional biasa. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dilakukan penelitian tentang “Studi Analisis Beton Mutu Tinggi SCC menggunakan Campuran Limbah Marmer dan *Superplasticizer*”.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian dengan judul “Studi Analisis Beton Mutu Tinggi SCC Menggunakan Campuran Limbah Marmer dan *Superplasticizer*” adalah sebagai berikut :

- a. Apakah campuran limbah marmer dapat menggantikan sebagian pasir dengan agregat halus?
- b. Bagaimana pengaruh campuran limbah marmer pada beton mutu tinggi SCC?
- c. Bagaimana pengaruh *superplasticizer* terhadap beton mutu tinggi SCC menggunakan limbah marmer?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi campuran limbah marmer yang menghasilkan kuat tekan beton paling optimal, untuk mengetahui pengaruh campuran limbah marmer pada beton mutu tinggi SCC, dan untuk mengetahui pengaruh *superplasticizer* terhadap beton bermutu tinggi SCC menggunakan limbah marmer.

### 1.4 Manfaat penelitian

Manfaat dilakukan penelitian ini adalah untuk menambah pengetahuan dan wawasan tentang inovasi beton mutu tinggi SCC dan penggunaan campuran bahan kimia berupa *superplasticizer* terhadap campuran beton kualitas tinggi.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini hanya mencakup pada *Mix design* menggunakan SNI 02-2834-2000, bahan *admixture* yang digunakan adalah *superplasticizer* yaitu *Sica Visconcrete-1003*, limbah marmer dengan kadar 20%, 30% dan 40% dengan 5 benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

### 2.1 Tinjauan Pustaka

Salah satu studi yang menunjukkan bahwa marmer sisa dapat digunakan kembali sebagai pengganti agregat butiran halus pada material lainnya. Riset ini masih terus dilakukan untuk mengoptimalkan metode penggantian limbah marmer dengan pasir pada sungai dan silika untuk pengganti semen (Aditya dkk, 2017). Banyak penelitian yang menggunakan campuran limbah marmer untuk pengganti semen karena keahliannya untuk mengikat (Ergün, 2010). Semua penelitian yang dilakukan telah mengkonfirmasi bahwa campuran limbah marmer mengurangi keawetan karena

pengenceran  $C_2S$  dan  $C_3S$ . Berbeda dengan riset dimana campuran limbah marmer digunakan untuk pengganti agregat butiran halus dan butiran kasar, ditemukan banyak keuntungan dalam penggunaan campuran limbah marmer antara lain seperti menurunkan porositas, menambah *workability* dan peningkatkan kekuatan umur awal (Demirel, 2010).

## 2.2 Landasan Teori

### A. Beton

Beton termasuk dalam definisi batu buatan yang dicetak pada suatu tempat ketika masih dalam kondisi cair atau kental, dan dapat mengeras dengan bagus. Beton sendiri berasal dari agregat halus, agregat kasar dan zat pengikat.

### B. Self Compacting Concrete (SCC)

*Self Compacting Concrete* (SCC) adalah beton baru yang dapat mengisi ruang secara padat atau bisa memadat dengan sendirinya tanpa menggunakan *vibrator*. Kandungan *Self Compacting Concrete* (SCC) sama dengan beton konvensional, hanya saja diberi tambahan suatu *admixture* kimiawi berupa *viscocrete* dan bahan *pozolan*.

### C. Campuran limbah marmer

Campuran limbah marmer adalah suatu material alternatif yang dapat dijadikan material pengganti ataupun material pengisi. Penggunaan kalsium karbonat pada campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan dan meningkatkan sifat kohesif dari campuran beton (Almindo dkk, 2013)

### D. Superplasticizer

Pembuatan *Self Compacting Concrete*, diperlukan suatu zat aditif yaitu *superplasticizer*. Pada penelitian ini, *superplasticizer* yang digunakan adalah *Viscocrete-1003*. *Viscocrete-1003* merupakan *superplasticizer* yang memiliki kemampuan mengalir yang baik dan mengoptimalkan kohesi pada beton. *Viscocrete-1003* juga bersifat memadatkan beton karena mampu mengurangi faktor air semen hingga 30%. Oleh karena itu, *Viscocrete-1003* baik digunakan sebagai

campuran bahan dalam pembuatan beton mutu tinggi.

### E. Kuat Tekan Beton

Pengujian dilaksanakan pada beton baru (*fresh concrete*) dengan bentuk benda uji berwujud silinder. Perhitungan kuat tekan beton dapat dilihat pada persamaan 2.1 berikut :

$$\text{Kuat tekan beton } (f_c') = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1)$$

dengan:

$f_c'$  = Kuat tekan beton (MPa)

$P$  = beban maksimum (N)

$A$  = luas penampang ( $\text{mm}^2$ ).

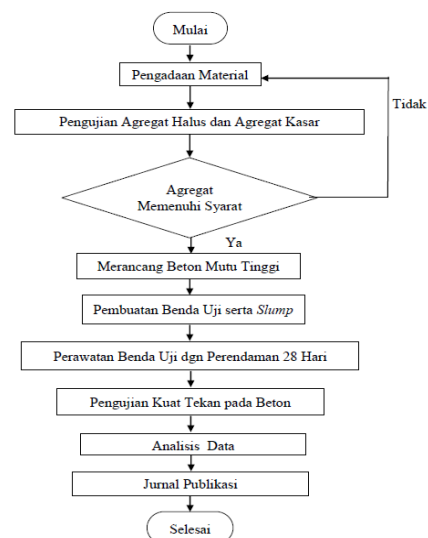
### F. Slump Flow

Secara umum, pengujian *slump flow* mirip dengan pengujian slump standar (ASTM C143/C143M). *Slump cone* diletakkan di tengah pelat *slump flow* dengan bukaan besar menghadap ke bawah. *Slump cone* diisi SCC dalam satu kali tuang (tanpa dirojok) *Slump cone* kemudian diangkat dengan ketinggian  $\pm 7,5$  cm agar pasta beton dapat mengalir di atas papan *slump*. *Slump flow* adalah diameter dari rata-rata diameter yang diambil dari dua arah.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Pengujian Gradasi Agregat Butiran Halus (Pasir).

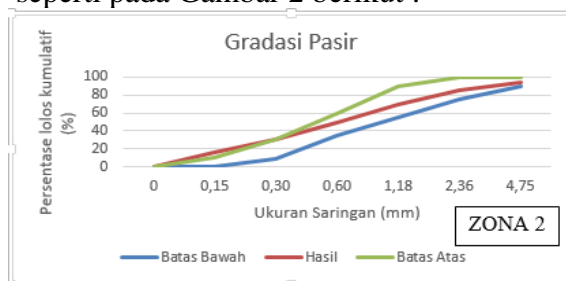
Pengujian gradasi pasir dilakukan dengan alat *sieve shaker* dengan hasil pengujian pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1 Pengujian Gradasi Agregat Halus (Pasir)

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat kumulatif tertinggal (%)	Berat kumulatif lewat ayakan (%)
4,75	32	5,818	5,818	94,182
2,36	48	8,727	14,545	85,455
1,18	83	15,091	29,636	70,364
0,60	115	20,909	50,545	49,455
0,30	103	18,727	69,273	30,727
0,15	83	15,091	84,364	15,636
Sisa	86	15,636	-	0
Jumlah	550	100	254,182	

(Sumber: Laboratorium Teknik Sipil Universitas Tidar, 2021)

Dari Tabel 1 di atas, diperoleh nilai MHB pasir sebesar 2,542 dengan grafik hubungan antara lubang ayakan dan berat kumulatif seperti pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2 Grafik Gradasi Pasir

Berdasarkan grafik di atas agregat halus dalam pengujian ini masuk ke zona 2 (berdasarkan SNI 03-2834-2000).

##### 4.2 Pengujian Gradasi Agregat Butiran Kasar (Kerikil)

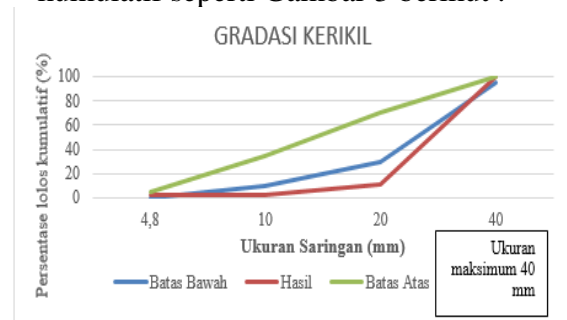
Agregat butiran kasar kerikil yang digunakan dalam percobaan ini memiliki ukuran maksimum 40 mm untuk menghasilkan nilai  $f_c'$  40 MPa. Hasil pengujian gradasi agregat butiran kasar kerikil dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2 Pengujian Gradasi Agregat Kasar

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat kumulatif tertinggal (%)	Berat kumulatif lewat ayakan (%)
76,2	0	0	0	100
38,1	0	0	0	100
19	528	89,492	89,492	10,508
9,5	49	8,305	97,797	2,203
4,75	0	0	97,797	2,203
2,36	0	0	97,797	2,203
1,18	0	0	97,797	2,203
0,6	0	0	97,797	2,203
0,3	0	0	97,797	2,203
0,15	0	0	97,797	2,203
Sisa	13	2,203	-	-
Jumlah	590	100	774,068	

(Sumber: Laboratorium Teknik Sipil Universitas Tidar, 2021)

Berdasarkan Tabel 2 di atas diperoleh nilai MHB agregat sebesar 7,741 dengan grafik hubungan antara lubang ayakan dan berat kumulatif seperti Gambar 3 berikut :



Gambar 3 Grafik Gradasi Agregat Kasar 40 mm (kerikil).

##### 4.3 Pengujian Gradasi Agregat Halus (Limbah Marmer)

Limbah marmer yang digunakan untuk campuran berasal Kembangan, Kota Mungkid, Magelang. Hasil pengujian gradasi limbah marmer dapat dilihat pada Tabel 3 berikut :

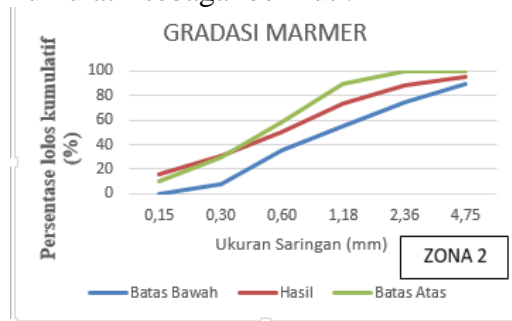
Tabel 3 Pengujian Gradasi Agregat Halus (Limbah Marmer)

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat kumulatif tertinggal (%)	Berat kumulatif lewat ayakan (%)
4,75	25	4,545	4,545	95,455
1,18	78	14,182	26,545	73,455
0,6	124	22,545	49,091	50,909
0,3	113	20,545	69,636	30,364
0,15	80	14,545	84,182	15,818
Dasar	87	15,818	-	0
Jumlah	550	100	246,4	

(Sumber: Laboratorium Teknik Sipil Universitas Tidar, 2021)

Nilai MHB dari agregat halus limbah marmer adalah 2,464 dengan grafik

hubungan antara lubang ayakan dan berat kumulatif sebagai berikut :



Gambar 4 Grafik Pengujian Gradasi Agregat Halus (Limbah Marmer).

#### 4.4 Hasil Pengujian Berat Satuan

Pengujian berat satuan agregat dilakukan sebanyak 2 (dua) kali setiap jenis material. Masing-masing hasil pengujian berat satuan dapat dilihat pada Tabel 4 untuk berat satuan Pasir, Tabel 5 untuk berat satuan Kerikil, dan Tabel 6 untuk berat satuan Limbah Marmer.

Tabel 4 Pengujian Berat Satuan Agregat Halus Pasir

Uraian	Benda uji	
	1	2
Asal bahan uji	Muntitan	
Diameter bejana (d) (mm)	155	155
Tinggi bejana (t) (mm)	160	160
Berat bejana kosong (U) (gr)	2854	2854
Berat bejana + benda uji yang telah ditumbuk/dipadatkan (W) (gr)	7865	7943
Volume bejana (V) (cm <sup>3</sup> )	3019,071	3019,071
Berat satuan (D) = (W-U) / V	1,659	1,685
Berat satuan rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )	1,672	

Tabel 5 Pengujian Berat Satuan Agregat Kasar

Uraian	Benda uji	
	1	2
Asal bahan uji	Muntitan	
Diameter bejana (d) (mm)	155	155
Tinggi bejana (t) (mm)	160	160
Berat bejana kosong (U) (gr)	2854	2854
Berat bejana + benda uji yang telah ditumbuk/dipadatkan (W) (gr)	7509	7694
Volume bejana (V) (cm <sup>3</sup> )	3019,071	3019,071
Berat satuan (D) = (W-U) / V	1,542	1,603
Berat satuan rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )	1,573	

Tabel 6 Pengujian Berat Satuan Agregat Halus Limbah Marmer

Uraian	Benda uji	
	1	2
Asal bahan uji	Kembangan, Kota Mungkid	
Diameter bejana (d) (mm)	155	155
Tinggi bejana (t) (mm)	160	160
Berat bejana kosong (U) (gr)	2854	2854
Berat bejana + benda uji yang telah ditumbuk/dipadatkan (W) (gr)	7980	7980
Volume bejana (V) (cm <sup>3</sup> )	3019,071	3019,071
Berat satuan (D) = (W-U) / V	1,697	1,697
Berat satuan rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )	1,694	

#### 4.5 Hasil Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis dilakukan sebanyak 2 (dua) kali setiap jenis agregat dengan hasil seperti pada Tabel 7 berikut :

Tabel 7 Pengujian Berat Jenis

Uraian	Pasir (gr)		Kerikil (gr)		Marmer (gr)	
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>
Berat piknometer (W <sub>i</sub> )	240	240	240	240	240	240
Berat benda uji kering permukaan (S)	500	505	501	500	550	550
Berat benda uji kering oven (B <sub>k</sub> )	489	487	491	490	542	544
Berat piknometer berisi air (B)	600	650	80	78	633	638
Berat piknometer dengan benda uji dan air (B <sub>j</sub> )	920	930	395	394	952	956
Berat jenis	2,717	2,164	2,640	2,663	2,346	2,345
Rata-rata	2,441		2,651		2,346	

#### 4.6 Hasil Pengujian Slump Flow

Hasil pengujian *slump flow* dilakukan 2 (dua) kali setiap satu variasi dan diambil nilai rata-rata. Hasil pengujian *slump flow* dapat dilihat pada Tabel 8 berikut :

Tabel 8 Pengujian Slump Benda Uji

NO	Variasi	Diameter Slump (cm)		Rata-rata (cm)	Keterangan (30 - 60) cm
		1	2		
1	Beton normal tanpa campuran limbah marmer & Superplasticizer	V : 32 H : 35	V : 30 H : 32	V : 31 H : 33,5	OK
2	Beton normal menggunakan Superplasticizer	V : 40 H : 42	V : 39 H : 41	V : 39,5 H : 41,5	OK
3	Beton inovasi limbah marmer 20%	V : 41 H : 43	V : 43 H : 43	V : 42 H : 43	OK
4	Beton inovasi limbah marmer 30%	V : 43 H : 48	V : 45 H : 47	V : 44 H : 47,5	OK
5	Beton inovasi limbah marmer 40%	V : 44 H : 49	V : 48 H : 47	V : 46 H : 48	OK

#### 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.

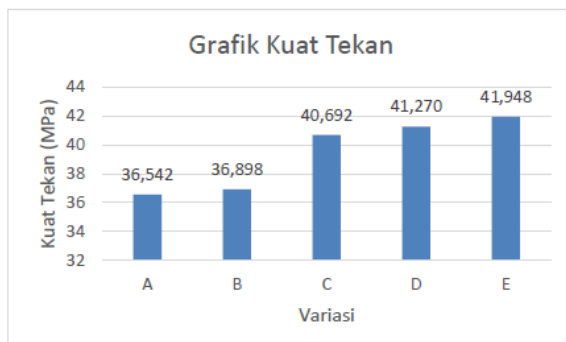
Pengujian Kuat Tekan beton dilakukan setelah beton mengalami perawatan perendaman selama 28 hari. Pengujian dilakukan dengan alat *Compression Testing Machine* (CTM) pada 25 benda uji. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 9 sebagai berikut :



Tabel 9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Variasi	Kode Benda Uji	Masa BU (kg)	Dimensi		Luas Bidang (mm <sup>2</sup> )	Gaya Tekan (KN)	Kuat Tekan (N/mm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Rata-rata (N/mm <sup>2</sup> )
			Diameter (mm)	Tinggi (mm)				
1	A1	12,309	152	303	18145,839	620	34,167	36,542
	A2	12,333	150	302	17671,458	680	38,480	
	A3	12,410	150	304	17671,458	610	34,518	
	A4	12,373	150	304	17671,458	635	35,933	
	A5	12,235	150	302	17671,458	700	39,611	
2	B1	12,447	150	304	17671,458	650	36,782	36,898
	B2	12,523	152	302	18145,839	660	36,372	
	B3	12,417	149	301	17436,624	680	38,998	
	B4	12,461	149	305	17436,624	620	35,557	
	B5	12,293	150	300	17671,458	650	36,782	
3	C1	12,346	151	299	17907,863	720	40,205	40,692
	C2	12,187	150	301	17671,458	715	40,460	
	C3	12,439	150	303	17671,458	750	42,441	
	C4	12,289	150	299	17671,458	690	39,046	
	C5	12,339	150	305	17671,458	730	41,309	
4	D1	12,252	150	303	17671,458	725	41,026	41,270
	D2	12,126	150	301	17671,458	720	40,743	
	D3	12,267	153	304	18385,385	730	39,705	
	D4	12,241	150	303	17671,458	750	42,441	
	D5	12,217	152	301	18145,839	770	42,434	
5	E1	12,263	150	304	17671,458	760	43,007	41,948
	E2	12,045	150	299	17671,458	795	44,987	
	E3	12,282	151	302	17907,863	715	39,926	
	E4	12,292	153	302	18385,385	760	41,337	
	E5	12,346	151	304	17907,863	725	40,485	

Dari tabel di atas, dapat dilihat grafik kuat tekan benda uji beton setiap variasi sebagai berikut :



Gambar 5 Grafik Kuat Tekan Beton

Dari hasil yang didapatkan beton normal tanpa campuran limbah marmer & *Superplasticizer* berdasarkan *mix design* SNI 03:2834:2000 memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 36,542 MPa, sedangkan beton normal dengan campuran limbah marmer & *Superplasticizer* kuat tekan rata-rata sebesar 36,898 MPa, dan penggunaan variasi limbah marmer 20% menghasilkan 40,692 MPa, variasi 30% menghasilkan 41,270 MPa, dan variasi 40% menghasilkan 41,948 MPa. Dari semua variasi dapat disimpulkan bahwa variasi 20%, 30%, dan 40% limbah marmer memenuhi beton  $f_c'$  40 MPa. Dan hasil yang paling optimal untuk kuat tekan beton *mix design* SNI

03:2834:2000 untuk penggunaan limbah marmer adalah variasi 40% sebesar 41,948 MPa.

## 5. KESIMPULAN

1. Beton normal tanpa *superplasticizer* dan limbah marmer memiliki kuat tekan sebesar 36,542 MPa, beton dengan tambahan *superplasticizer* memiliki kuat tekan sebesar 36,898 MPa, kemudian beton dengan variasi limbah marmer 20% dan *superplasticizer* menghasilkan 40,692 MPa, selanjutnya beton variasi limbah marmer 30% sebesar 41,270 MPa, dan beton variasi 40% dengan *superplasticizer* sebesar 41,948 MPa. Sehingga beton yang paling optimal menghasilkan kuat tekan beton pada variasi limbah marmer 40%.
2. Pengaruh dari beton mutu tinggi yang diberi campuran limbah marmer menyebabkan kuat tekan beton semakin tinggi karena limbah marmer dapat mengisi porositas pada beton sehingga beton menjadi semakin padat seiring bertambahnya persentase limbah marmer.
3. Pengaruh *superplasticizer* terhadap beton mutu tinggi menyebabkan nilai *slump* semakin besar dapat dilihat pada Tabel Hasil *Slump*. Artinya semakin banyak campuran *superplasticizer* akan mempengaruhi nilai *fas* (faktor air semen) yang semakin kecil sehingga kuat tekan beton juga semakin besar.

## 6. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan diatas, saran yang dapat disampaikan adalah:

1. Untuk penelitian selanjutnya, dilakukan tes *Los Angeles* untuk mengetahui tingkat keausan agregat kasar.
2. Dapat dilakukan penelitian sejenisnya, dengan inovasi *mix design* yang berbeda menggunakan variasi limbah marmer 0% - 100%.
3. Untuk penelitian selanjutnya, mengetahui karakteristik limbah yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

Aditya, C., dkk. (2017). Pemanfaatan Limbah Marmer dan Serbuk Zeolit sebagai Material pada Bata Ringan CLC

- (*Cellular Lightweight Concrete*).  
In *Seminar Nasional Sistem Informasi (SENASIF)* (Vol. 1, No. 1, pp. 919-930).
- Almindo, O., Carlo, N., & Hasan, M. W. (2019). Pengaruh Pemanfaatan Limbah Marmer sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar pada Campuran Beton terhadap Nilai Kuat Tekan. *Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Civil and Planning Engineering, Bung Hatta University*, 1(1).
- Ergün, A. (2010). *Geçmişten Günümüze Standartlarda Betonun Nitelik Denetimi*. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(2), 69-82.
- Demirel, B. (2010). *The effect of the using waste marble dust as fine sand on the mechanical properties of the concrete*. *International journal of physical sciences*, 5(9), 1372-1380.
- Paramita, A., 2016, Studi Komparasi Perancangan Struktur Gedung Berdasarkan SNI 03-2847:2002 dan SNI 2847:2012 Menggunakan Beban Gempa SNI 1726:2012, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, 2000. SNI 03-2834-2000, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.